

産業活動由来の希薄な窒素化合物の循環技術創出 —プラネタリーバウンダリー問題の解決に向けて

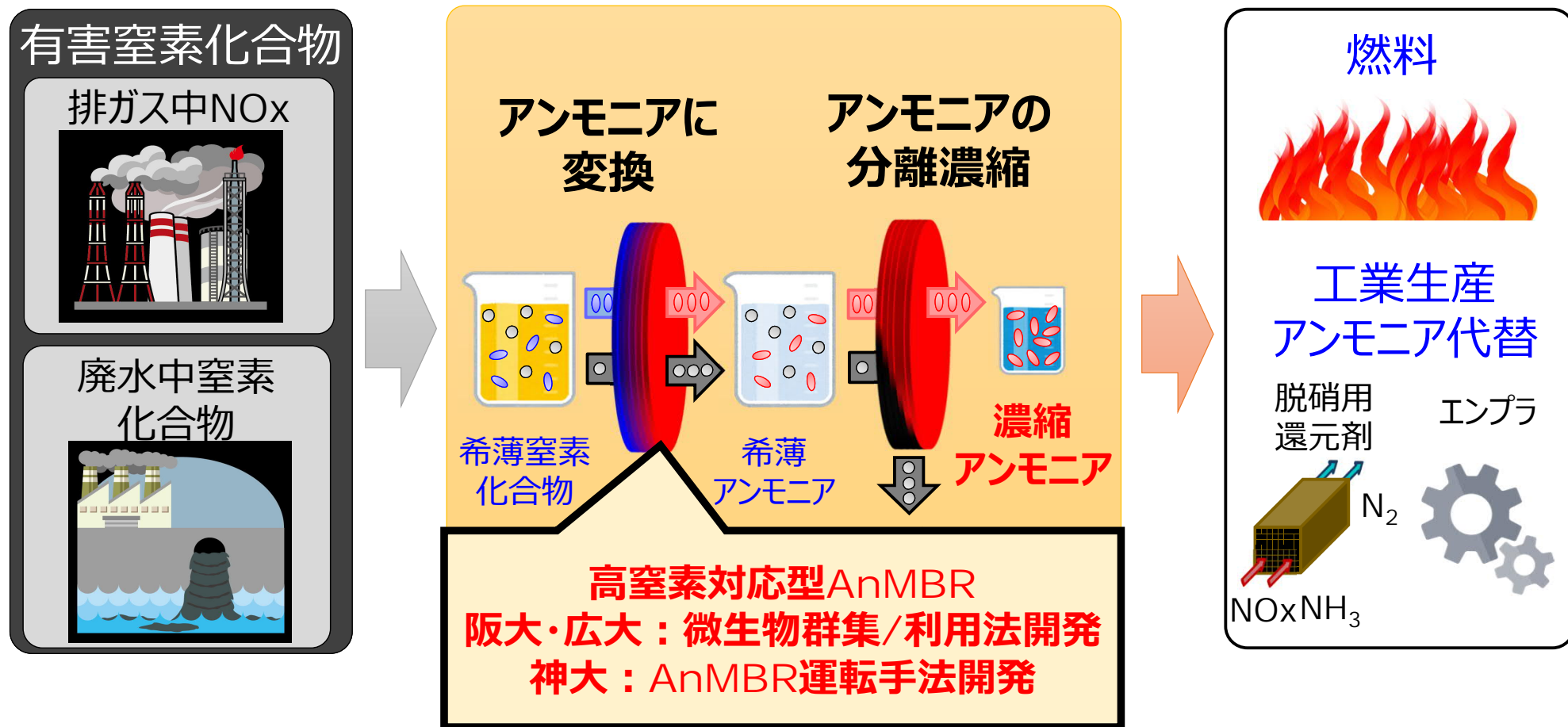
項目2-1. 窒素化合物の NH_4^+ 変換に関する研究開発 高窒素対応型嫌気MBR (AnMBR) の開発

発表者：池 道彦（大阪大学）

PM：川本 徹

国立研究開発法人産業技術総合研究所 材料・化学領域 ナノ材料研究部門
研究グループ長

PJ参画機関：国立研究開発法人産業技術総合研究所、国立大学法人東京大学、
学校法人早稲田大学、国立大学法人東京農工大学、国立大学法人神戸大学、
国立大学法人大阪大学、国立大学法人山口大学、協和発酵バイオ株式会社、
株式会社アストム、東洋紡株式会社、株式会社フソウ、宇部興産株式会社



項目2の2029年度目標：水相変換・濃縮により廃水中の窒素化合物をアンモニア等として回収するパイロット設備を、5～15 m³/d 規模で実証

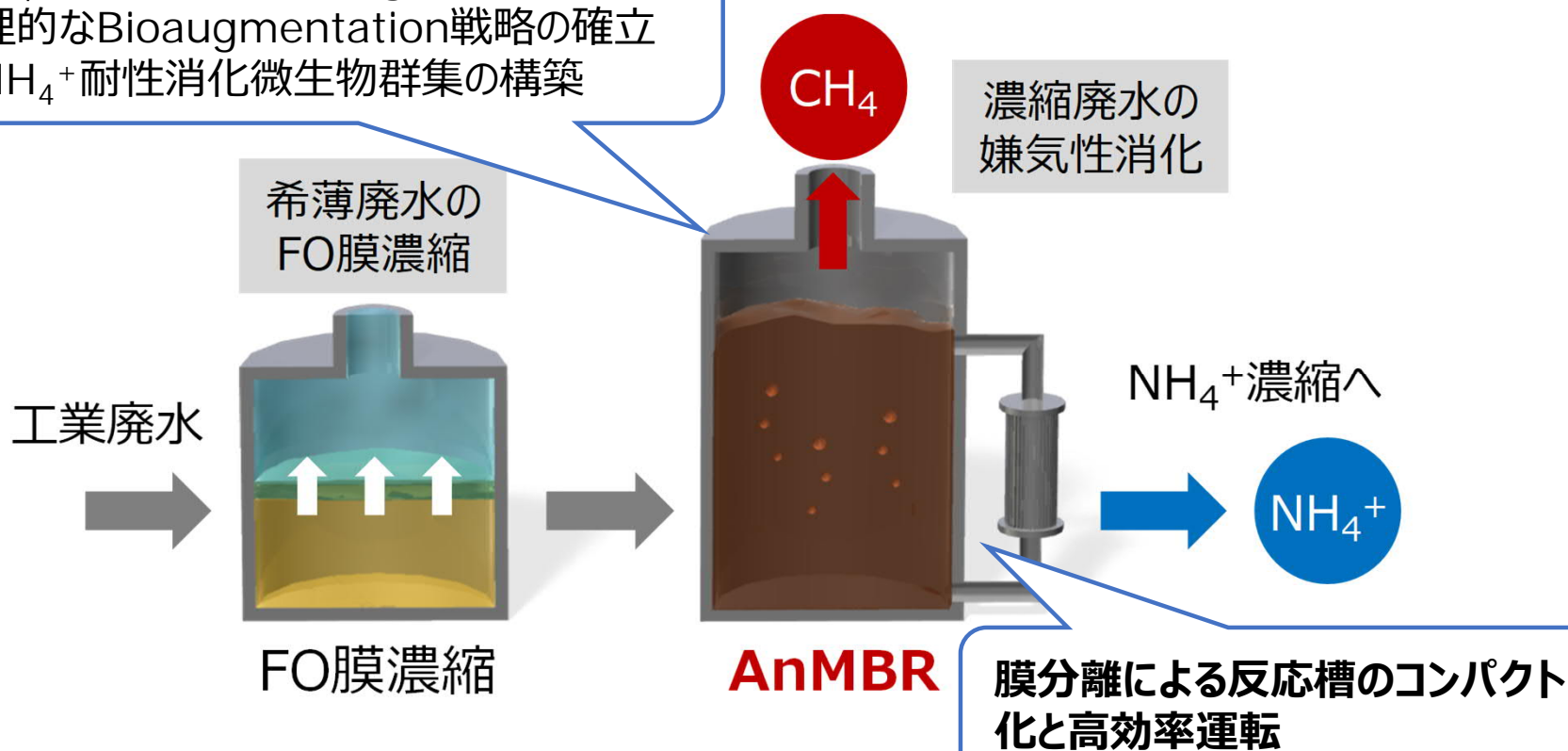
阪大・広大・神大の役割：高窒素濃度対応型嫌気MBR（AnMBR）の開発

阪大・広大・神大の2029年度目標：パイロットスケールAnMBRを構築し、実廃水を用いた処理実証

廃水のFO膜濃縮において想定される高 NH_4^+ 濃度に対応可能なAnMBRを確立し、濃縮廃水中の有機炭素をメタンに、有機窒素を NH_4^+ に効率的に変換する

高 NH_4^+ 耐性賦与 (Bioaugmentation)

- 合理的なBioaugmentation戦略の確立
- 高 NH_4^+ 耐性消化微生物群集の構築

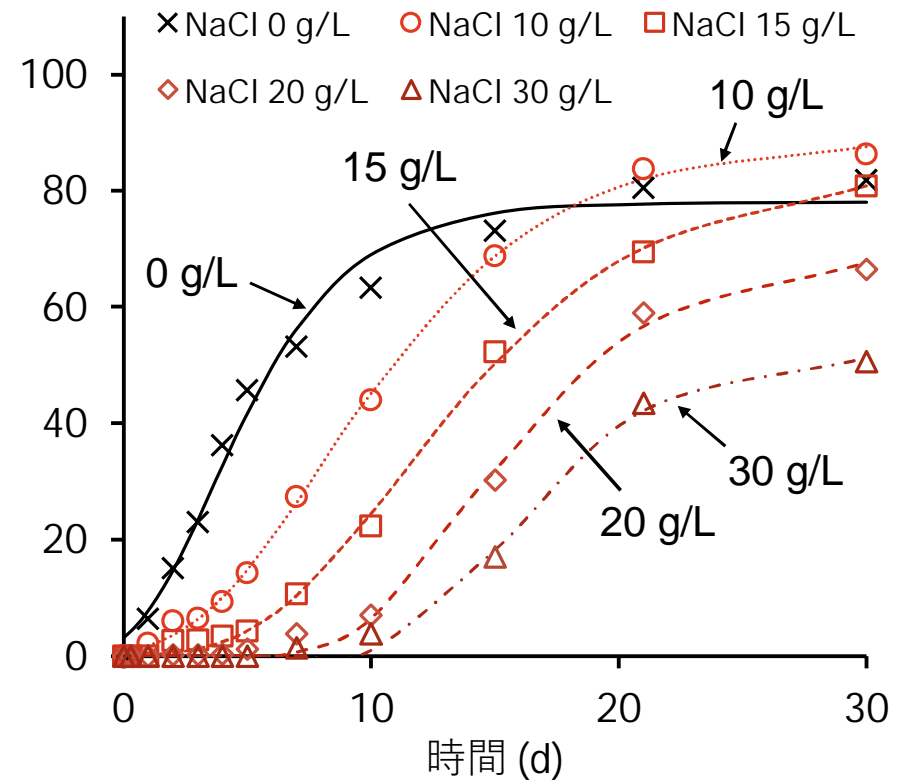
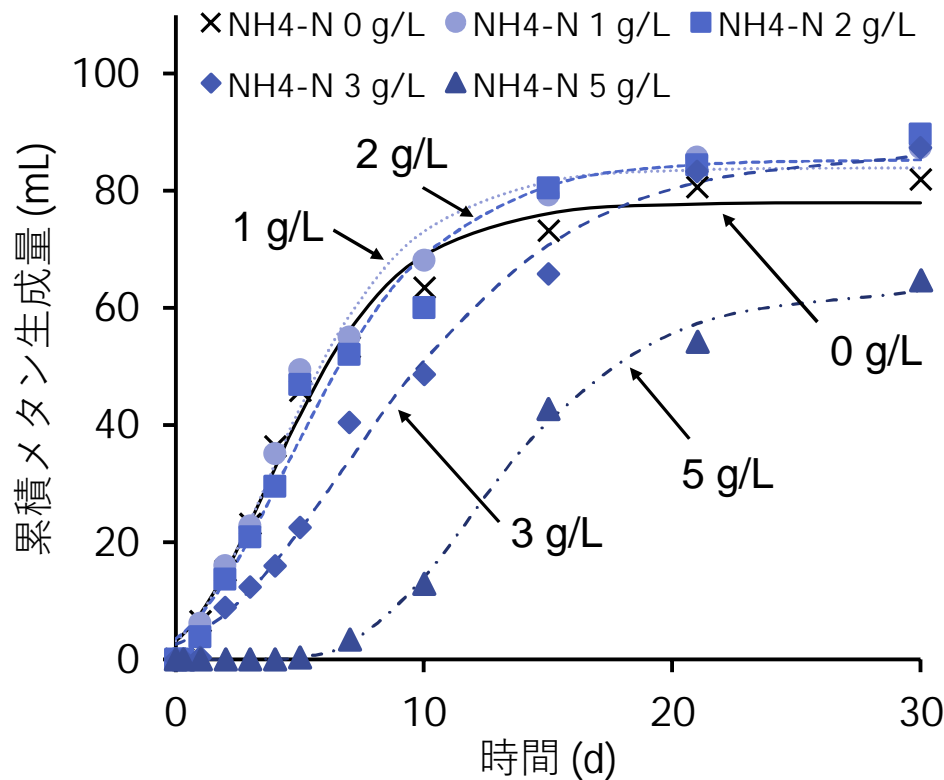


【開発内容】

- 高濃度 NH_4^+ 耐性消化微生物群集の効率的利用技術の開発 (阪大)
- 高濃度 NH_4^+ 耐性消化微生物群集の構築 (広大)
- 高濃度 NH_4^+ に対応可能なAnMBRの高速運転手法の確立 (神大)

- 消化汚泥（中温）の NH_4^+ ・NaCl耐性を評価し、 CH_4 生成に阻害影響が生じる NH_4^+ ・NaCl濃度を確認

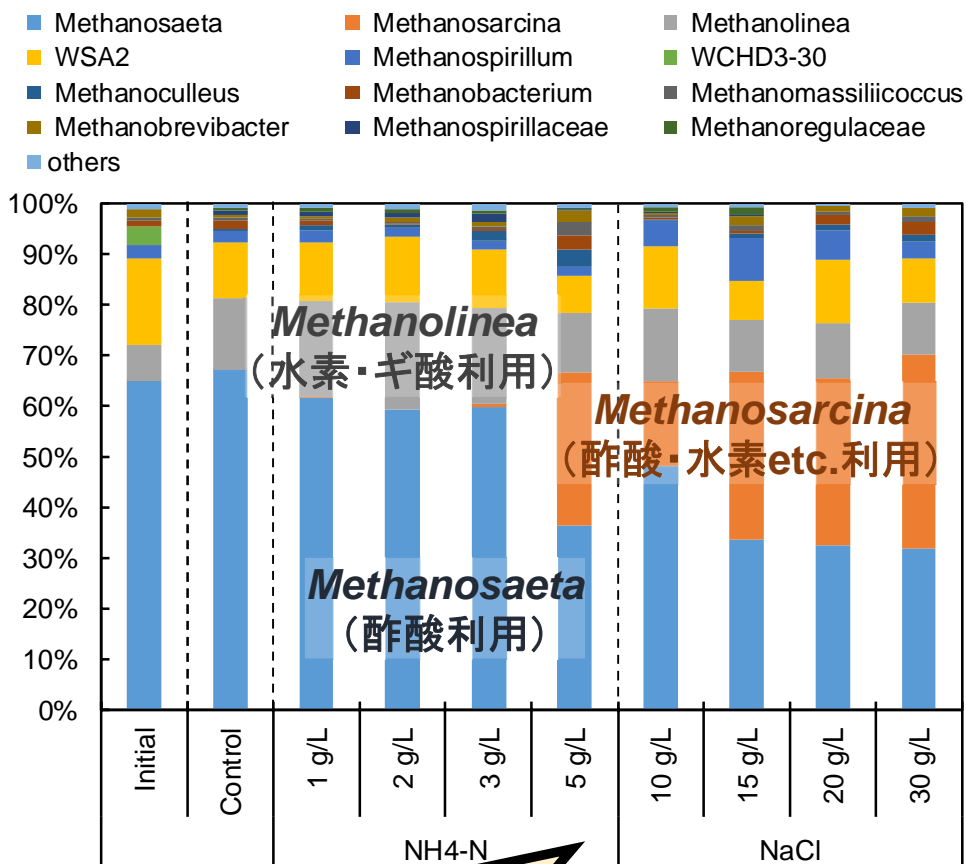
中温嫌気性消化における NH_4^+ 濃度（左）及びNaCl濃度（右）と CH_4 生成との関係（例）



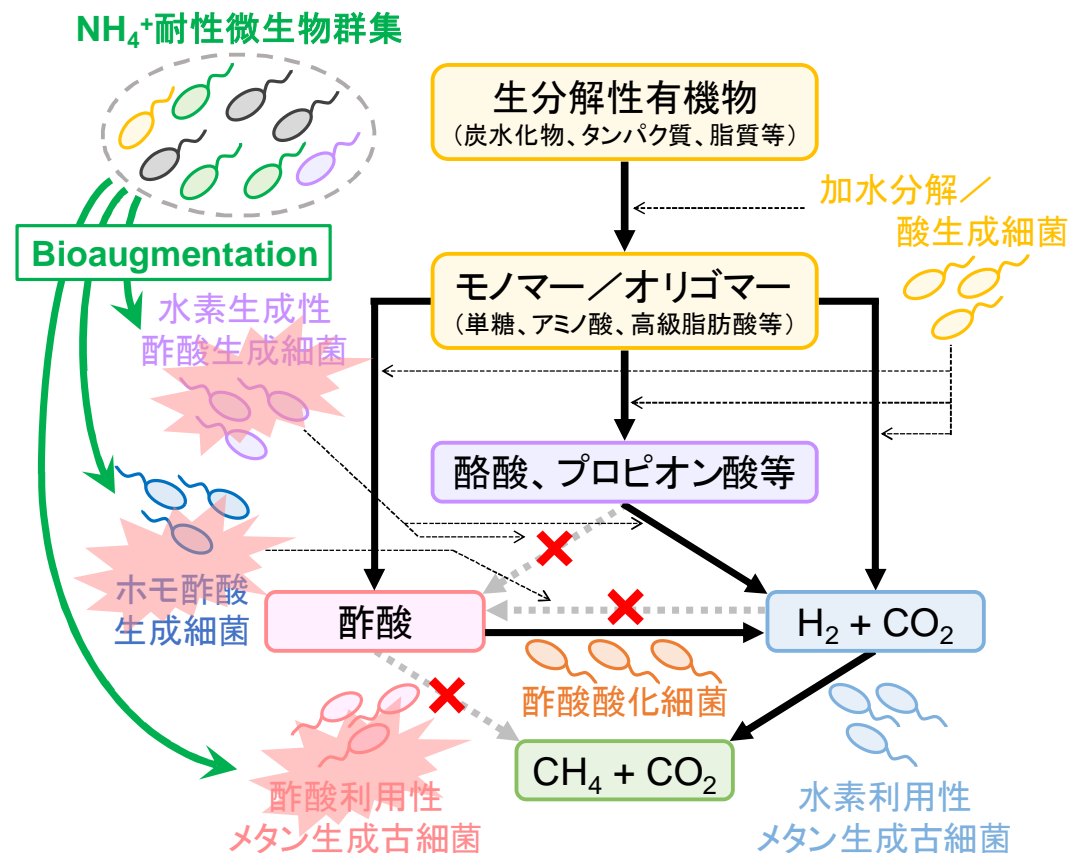
消化汚泥における NH_4^+ ・NaClの耐性／阻害レベルを確認

- 高濃度NH₄⁺・NaClにより阻害影響を受けやすい微生物群・反応経路を特定
- Bioaugmentationによる耐性賦与の戦略を検討

NH₄⁺・NaCl濃度と古細菌叢との関係



BioaugmentationによるNH₄⁺・NaCl耐性賦与の戦略



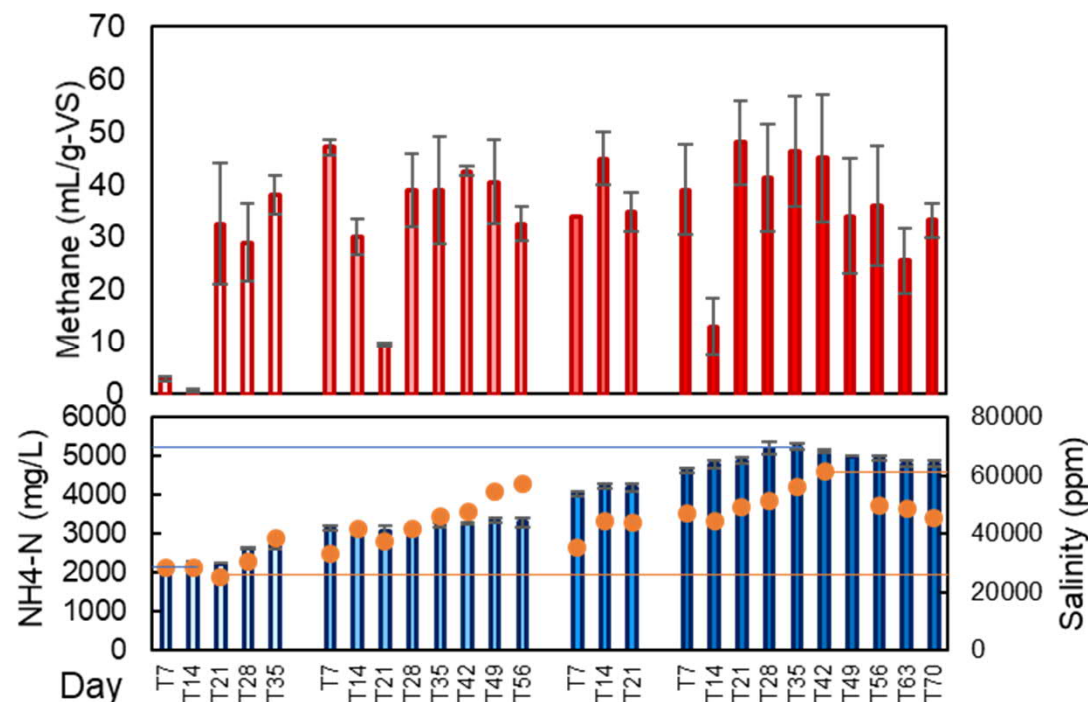
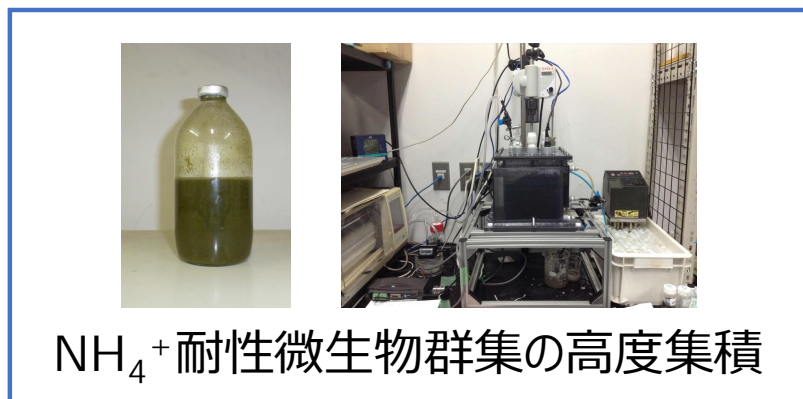
**高濃度NH₄⁺・NaClにより阻害される微生物群の特定
→強化すべき反応の明確化**

- 海洋底泥や消化汚泥の馴致により、高濃度 $\text{NH}_4^+ \cdot \text{NaCl}$ に対して耐性を有する消化微生物群集を構築

馴致による高濃度 $\text{NH}_4^+ \cdot \text{NaCl}$ 耐性微生物群集の構築



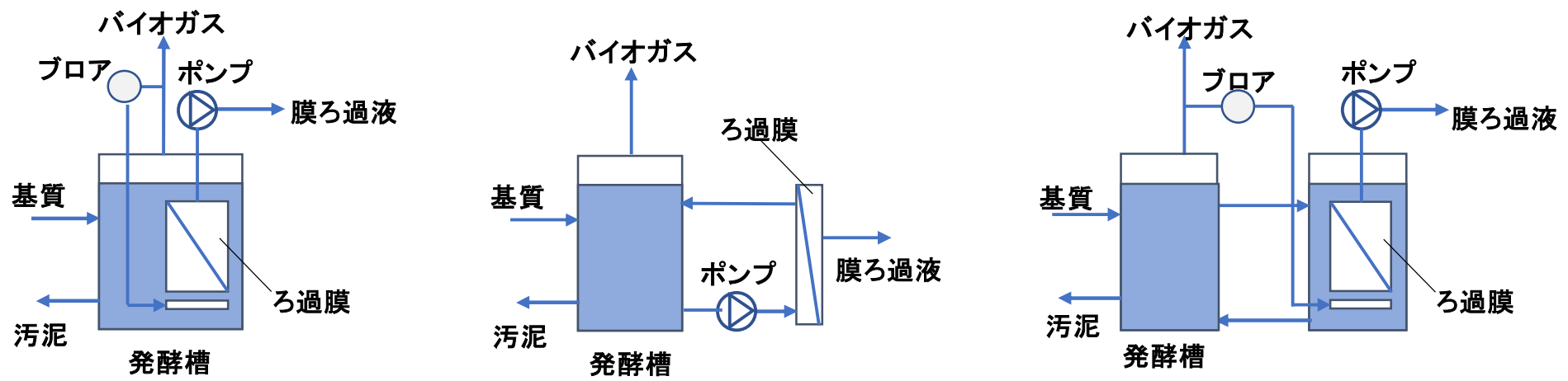
FO膜濃縮廃水を模した合成廃水による NH_4^+ 馴致



高濃度 $\text{NH}_4^+ \cdot \text{NaCl}$ 存在下でも安定して CH_4 生成する消化微生物群集を獲得
 →Bioaugmentationに利用

- 膜分離を導入した3種類のAnMBRをデザイン
- 3日程度の水理学的滞留時間 (HRT) で良好に処理可能であることを確認

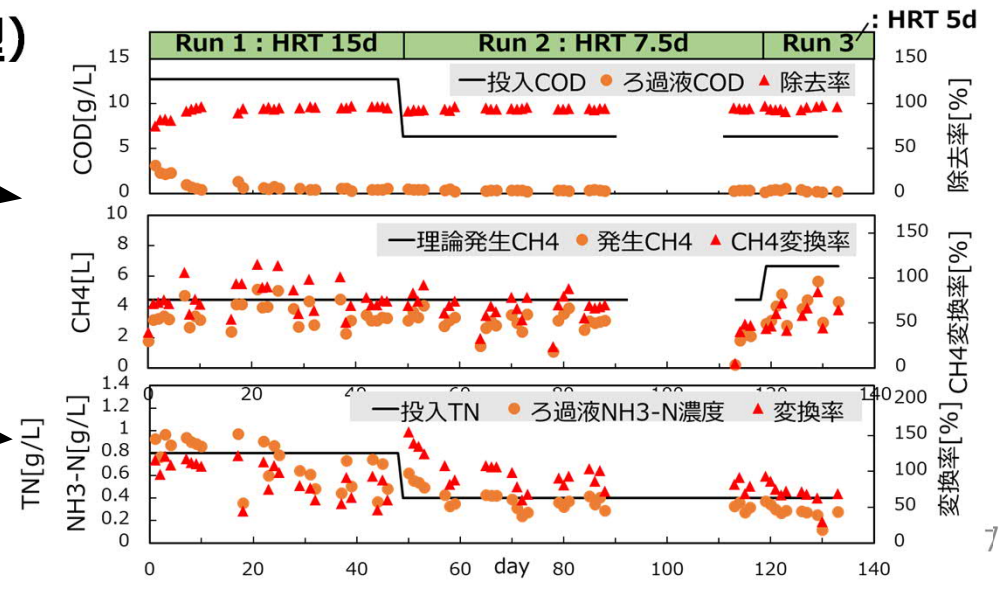
3種類のAnMBRデザイン (左: 内部浸漬型、中: 外部クロスフロー型、右: 外部浸漬型)



ラボスケールAnMBR運転例 (内部浸漬型)

HRTによらず (≥3日)、高いCOD除去率とCH₄変換率を達成

廃水中のNをNH₄⁺に変換し、NH₄⁺溶液をろ過液として回収



【プロジェクト内役割】

高窒素濃度対応型嫌気MBR（AnMBR）の開発

【2029年度目標】

パイロットスケールAnMBRを構築し、実廃水を用いた処理実証

【開発項目】

- 高濃度 NH_4^+ 耐性消化微生物群集の効率的利用技術の開発（阪大）
- 高濃度 NH_4^+ 耐性消化微生物群集の構築（広大）
- 高濃度 NH_4^+ に対応可能なAnMBRの高速運転手法の確立（神大）

【成果1・2(阪大)】

- 消化汚泥（中温）による CH_4 生成に阻害影響が生じる NH_4^+ ・ NaCl 濃度を確認
- 高濃度 NH_4^+ ・ NaCl により阻害影響を受けやすい微生物群・反応経路を推定
- Bioaugmentationによる耐性賦与の戦略を検討

【成果3(広大)】

- 馴致により高濃度 NH_4^+ ・ NaCl に対して耐性を有する消化微生物群集を構築

【成果4(神大)】

- 膜分離を導入した3種類のAnMBRをデザイン
- 3日程度のHRTで良好に処理可能であることを確認（内部浸漬型）

